DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.02.032
第23卷第2期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 2
190 2001年2月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Feb. 2001

论著

文章编号:1000-5404(2001)02-0190-03

直接法与统计法测试松质骨孔隙率的比较研究

李德源[1],陈海斌[2],刘占芳[1],肖 凯[2] ([1]重庆大学工程力学系,重庆 400044;[2]第三军医大学附属大坪医院野战外科研究所第四研究室,重庆 400042)

提 要:目的 探讨松质骨孔隙率的测试方法。方法 对15根猪胫骨分别采用"直接法"和"统计法"测试松质骨孔隙率或其表观密度和材料密度。结果 ①孔隙率与表观密度呈非常显著负相关,而与材料密度相关不显著;②孔隙率沿轴向靠近密质骨逐渐减小,而沿横向基本不变;③统计法可测出松质骨各个层面的孔隙率大小。结论 直接法和统计法均能检测松质骨孔隙率,但统计法较直接法更能反映孔隙率的分布与变化规律。

关键词:松质骨;孔隙率;表观密度
中图法分类号:R318.01 文献标识码:A

Comparative study on the cancellous bone porosity tested by the direct method and the statistical method

LI De-yuan, CHEN Hai-bin, LIU Zhan-fang, XIAO Kai (Department of Engineering Mechanics, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Objective To explore the methods for testing the cancellous bone porosity. Methods A total of 15 pig tibiae were used to test the cancellous bone porosity, their relative density and the material density with the direct method and the statistical method respectively. Results For the cancellous bone proximal or distal to the extremity of tibia, ①there existed a strong negative correlation between the porosity and the relative density, but no significant correlation between the porosity and the material density, ②the porosity was gradually decreased along the axial direction and approaching to the compact bone, but almost constant along the transversal direction, ③the porosity of cancellous bone at different levels could be tested by the statistical method. Conclusion Both the direct method and the statistical method could be used to test the cancellous bone porosity, but the later represents the distribution and variation laws more amply than the former.

Key words: cancellous bone; porosity; relative density

骨在最高结构层次上可分为密质骨和松质骨。它们的力学特性与骨组织中含孔隙的多少有密切的关系[1,2]。相对于密质骨的研究而言,松质骨的力学性质的研究要少得多[3]。由于临床问题和生物医学工程研究的推动,松质骨的力学特性的实验研究及力学响应的理论分析近年来成为骨力学研究的焦点之一[4],而其中松质骨的孔隙率大小是一个重要的参数,需由实验确定。

在工程中,孔隙率的测试方法很多,如直接法、气体膨胀法、压汞法、密度法、吸渗法和统计法等[5]。通过扫描电镜观察,松质骨近似于一种蜂窝状的多孔固体材料,空隙内充满着骨髓、血液等组织。本实验将采用直接法(即将孔隙在松质骨材料总体积中所占的分数直接作为松质骨的孔隙率)和统计法(即松质骨的孔隙率由某表面上孔隙与整个表面面积之比确定)分别测试猪胫骨端松质骨孔隙率。

基金项目:重庆市科委院士基金项目(渝科委 1998-93)
作者简介:李德源(1965-),男,四川省隆昌县人,博士,讲师,主要从事生物力学方面的研究,发表论文10篇。现在汕头大学机电系,汕头 515063
收稿日期:2000-04-06;修回日期:2000-07-28

1 材料与方法

1.1 直接法测试松质骨孔隙率

随机选取9根新鲜猪胫骨,取其近端和远端松质骨制成直径6~8 mm,高度5~10 mm的圆柱形试件。

每个试件做好标记,分别在电子天平上称出质量,放入量杯中测出体积V_z;经70%酒精泡洗3次(每次10 min)脱脂和96 h的烘干(烘箱温度设定为36 ℃)后,在电子天平上称出其质量m^{rg},并放入自制的碎骨器中利用材料试验机压碎,又测出其体积V_g。利用公式(1),(2)计算猪胫骨远、近端松质骨试样的孔隙率(Φ)以及材料密度(ρ^{rg})和表观密度(ρ^{g})。

$$\Phi = V_k / V_z \qquad (1)$$

$$\rho^{rg} = m^{rg} / V_g$$

$$\rho^{g} = m^{rg} / V_z \qquad (2)$$

$$V_z = V_k + V_g$$

式中,V_z,V_k,V_g分别表示松质骨材料总体积、孔隙所占体积、固体基质所占体积。

1.2 统计法测试松质骨孔隙率

随机选取3头猪(编号为A,B,C)新鲜胫骨左、右各3根,取其近端和远端松质骨制成7 mm×7 mm×7 mm试件;试件经脱脂(70%酒精泡洗3次,每次10 min)、脱钙(1份脱钙剂=40 ml甲醛+80 ml硝酸+360 ml蒸馏水)和梯度乙醇脱水后,行常规病理制片。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

横切切片时, 对胫骨近端松质骨, 沿垂直轴自下而上顺序切片, 切片序号分别为 SN1, SN2, SN3; 对胫骨远端松质骨, 沿垂直轴自上而下顺序切片, 切片序号分别为 SF1, SF2, SF3。纵切切片时, 对胫骨近端或远端松质骨, 沿冠状轴自左向右顺序切片, 切片序号分别为 SL, SM, SR。石蜡切片厚度为 5 μm。

松质骨切片在光镜(LEICA DMIRB 型荧光显微镜, × 200)下观察和照像, 照片由扫描仪(AGFA SNAPSCAN 600 型扫描仪)转化为图像文件。采用 VC++ 编制了图像处理软件, 计算骨基质与整个表面的面积。由于显微镜的视场只有 1 mm× 1 mm, 为了满足连续性的要求, 切片面积要大于 7 mm× 7 mm, 在显微镜下连续取 25 张图片送入计算机进行统计处理。孔隙率按下式计算:

$$\Phi = 1 - (\sum_i S_{gi} / \sum_i S_{zi}) \quad (i = 1, 2, \cdots, 25) \quad (3)$$

式中, S_{gi} 和 S_{zi} 分别为每幅图象中固体骨质与整个图像的面积。

1.3　统计学分析

采用 t 检验和单因素相关分析。

2　结果

2.1　直接法测试结果

采用直接法对随机选取的 9 根新鲜猪胫骨松质骨的测试结果见表 1, 猪胫骨松质骨孔隙率大约为 40% ~ 75%, 材料密度为 1.2 ~ 1.4 g/cm^3, 表观密度为 0.35 ~ 0.80 g/cm^3; 胫骨近端松质骨与远端松质骨的孔隙率、材料密度、表观密度差异均无显著性; 松质骨孔隙率与其表观密度呈非常显著负相关(相关系数分别为: $r_n = -0.9947$, $P < 0.001$; $r_f = -0.9820$, $P < 0.001$), 而与其材料密度相关则不显著(相关系数分别为: $r_n = 0.1282$, $P > 0.5$; $r_f = 0.6302$, $P < 0.10$)。

2.2　统计法测试结果

采用统计法对 3 头猪(编号为 A, B, C)后肢中 6 根新鲜胫骨松质骨的测试结果见表 2, 图 1、2。在胫骨近端或远端, 松质骨孔隙率沿轴向靠近密质骨逐渐变小(如 A 猪左胫骨近端松质骨横切切片 SN3 的孔隙率为 89.62%, 而 SN1 的孔隙率为 65.40%), 而沿其垂直方向基本不变(如 B 猪右胫骨近端松质骨纵切切片 SL, SM, SR 的孔隙率都接近于 54%)。

表 1　松质骨孔隙率的直接法测试结果

Tab 1　Results of cancellous bone porosity tested by direct method

No.	ρ_n^g(g/cm^3)	ρ_f^g(g/cm^3)	ρ_n^{rg}(g/cm^3)	ρ_f^{rg}(g/cm^3)	Φ_n(%)	Φ_f(%)
1	0.7018	0.6080	1.3471	1.2683	47.90	52.06
2	0.7775	0.5662	1.3325	1.3601	41.65	58.37
3	0.6467	0.5586	1.3489	1.2274	52.06	54.49
4	0.5867	0.4780	1.2586	1.3775	53.39	65.30
5	0.5127	0.5210	1.3625	1.3110	62.37	60.26
6	0.4889	0.4895	1.3694	1.2837	64.30	61.86
7	0.3455	0.3640	1.4069	1.3622	75.45	73.28
8	0.4100	0.3921	1.4128	1.3156	70.98	70.96
9	——	0.4092	——	1.3726	——	70.19

n, f: Proximal extremity and distal extremity of tibia, respectively

表 2　松质骨孔隙率的统计法测试结果(%)

Tab 2　Results of cancellous bone porosity tested by statistical method(%)

	SN1/SF1	SN2/SF2	SN3/SF3	SL	SM	SR
A_{nl}	65.40	79.99	89.62	——	——	——
A_{fl}	——	——	——	75.30	70.11	72.56
A_{nr}	——	——	——	67.84	66.35	74.46
A_{fr}	66.31	81.63	89.94	——	——	——
B_{nl}	54.31	69.70	76.47	——	——	——
B_{fl}	——	——	——	71.91	73.41	75.09
B_{nr}	——	——	——	53.37	55.68	52.74
B_{fr}	59.98	78.11	81.33	——	——	——
C_{nl}	70.17	75.86	80.89	——	——	——
C_{fl}	——	——	——	67.23	71.14	70.73
C_{nr}	——	——	——	65.31	63.97	66.43
C_{fr}	70.91	82.75	87.01	——	——	——

A, B, C: Code of pig; n, f: Same as Tab 1; l, r: Left and right tibia

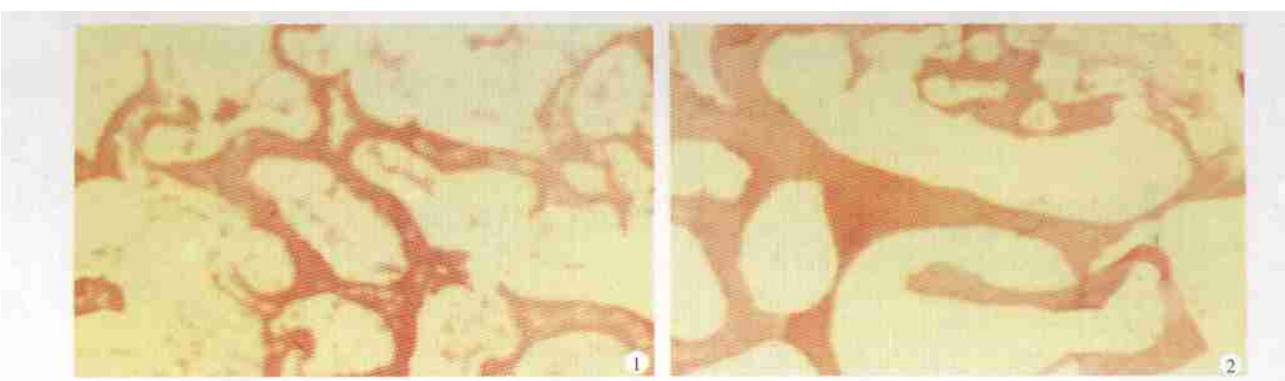


图 1　A 左近端横切切片 SN1 中的一幅图像　(HE× 200)

Fig 1　Light microscopic photography from the left proximal transversal section in A_{nl}　(HE× 200)

图 2　C 右远端纵切切片 SL 中的一幅图像　(HE× 200)

Fig 2　Light microscopic photography from the right distal axial section in C_{fr}　(HE× 200)

3　讨论

3.1　松质骨的横观各向同性

William 和 Lewis[6] 认为, 由于主压应力大都沿胫骨轴线方向, 骨小梁相应地也大都沿胫骨轴向排列, 所以, 松质骨从力学性质来说可以近似看成是横观各向同性的, 即松质骨在任一横向切面上具有相似的力学性质[6, 7]。本实验纵切切片孔隙率的测试结果也提

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

示,可以将松质骨看作横观各向同性材料。

3.2 两种测试方法的比较

上述两种方法均能测出松质骨的孔隙率。直接法在测出孔隙率的同时,也测出了松质骨的表观密度和材料密度,但测出的是某体积内的孔隙率平均值。而统计法可以测出松质骨各个层面的孔隙率大小,应该说,如果切片数足够多,统计法较直接法更能反应孔隙率的分布和变化规律。

参考文献:

[1] Keaveny T M, Hayes W C. A 20-year perspective on the mechanical properties of trabecular bone[J]. J Biomech Eng, 1993, 115(9): 534—542.

[2] 朱振安. 骨的结构、成分和力学特性[J]. 医用生物力学, 1998, 13(3): 177—185.

[3] 杨桂通, 吴文周. 骨力学[M]. 北京: 科学出版社, 1989. 2—5.

[4] King A I. Progress of research on impact biomechanics[J]. J Biomech Eng 1993, 115(9): 582—587.

[5] R E 科林斯. 流体通过多孔材料的流动[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984. 7—10.

[6] William J L, Lewis J L. Properties and an anisotropic model of cancellous bone from the proximal tibia epiphysis[M]. New York: Springer Verlag Press, 1973. 154—160.

[7] Brown T D, Ferguson A B. Mechanical property distributions in the cancellous bone of the human proximal femur[J]. Acta Orthop Scand, 1980, 51(3): 429—437.

(编辑 谢义霞)

经验与短篇

文章编号: 1000-5404(2001)02-0192-01

原发性十二指肠肿瘤13例分析

Clinical analysis of 13 cases of primary duodenal neoplasm

蒋玉琼[1], 王环宇[1], 达四平[2], 赵晓晏[2], 李宜辉[2] ([1] 重庆市渝北区人民医院内科, 重庆 401120; [2] 第三军医大学附属新桥医院消化内科, 重庆 400037)

原发性十二指肠恶性肿瘤临床少见,误诊率高,预后差。本研究复习新桥医院20年住院病例中原发性十二指肠肿瘤13例,分析发现十二指肠镜、活检和十二指肠低张造影是诊断该病最有效的方法。

1 临床资料

1.1 一般资料

13例中,男8例,女5例,年龄34~77岁,平均58.6岁。13例患者,均有腹痛、腹胀、食欲减退、消瘦,其中,6例呕血、黑便(4例单纯黑便,2例呕血、黑便);1例腹泻长达3年;1例不规则发热2月;10例贫血;黄疸7例;左锁骨上窝淋巴结肿大1例;腹部扪及包块者1例。

1.2 实验室检查

本组13例均作大便隐血试验,其中3例为阳性;5例化验癌胚抗原,只有1例增高达100 μg/L;9例作B超提示胆总管扩张,其中4例胆囊肿大;3例作钡餐有2例诊为十二指肠球部变形,降部与水平之间内缘不规则;3例作CT提示胆总管扩张,胆总管下端梗阻;3例作PCT提示胆总管下端阻塞;6例作ERCP显示十二指肠乳头部不同程度的增生、糜烂、溃疡;8例作十二指肠镜均诊断为原发性十二指肠恶性肿瘤;1例作胃镜诊断为十二指肠球部溃疡(活检病理诊断为十二指肠球部低分化腺癌)。

1.3 临床诊断

自症状出现至手术时间为20 d至3年,平均为8.3个月。首诊科室:肝胆外科5例,普通内科4例,消化内科2例,传染科2例。入院前诊断为上消化道出血2例,消化性溃疡1例,黄疸型肝炎1例。

1.4 病理学诊断

13例中,十二指肠平滑肌细胞瘤1例,原发性十二指肠腺癌12例(原发性十二指肠球部腺癌1例,降部管状腺癌1例,降部乳头状腺癌10例)。

2 讨论

2.1 发病率、发病年龄

原发性十二指肠恶性肿瘤约占全胃肠道癌肿的0.35%,占小肠恶性肿瘤的25%~45%[1]。该病多见于60岁左右的老年人,我院20年收治的住院病人中仅有13例,平均年龄58.6岁。

2.2 好发部位及组织学类型

原发性十二指肠肿瘤好发于十二指肠降部及水平部,球部少见,细胞类型以腺癌为主,占90%,其次是淋巴瘤和平滑肌肉瘤。本组13例中十二指肠平滑肌细胞瘤1例(7.69%),原发性十二指肠腺癌12例(92.31%),其中原发性十二指肠球部腺癌1例(7.69%),降部管状腺癌1例(7.69%),降部乳头状腺癌10例(76.92%)。

2.3 临床表现与诊断现状

由于本病早期无特异性症状和体征,早期诊断困难,常被误诊为胆石症、消化道溃疡等,误诊率高达70.7%[2],确诊时多属晚期,本组患者入院前诊断为上消化道出血2例,消化性溃疡1例,黄疸型肝炎1例,误诊率30.77%。平均确诊时间为8.3个月,无早期诊断。

(下转195页)

作者简介: 蒋玉琼(1964—),女,重庆市人,主治医师,主要从事消化内科疾病诊治方面的研究。电话: (023)68723231

收稿日期: 2000-07-04; 修回日期: 2000-09-04

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net